

· 重点关注——安宁疗护专题 ·
· 论 著 ·

基于公众判断的癌症患者安宁转诊智能分类预测模型的构建

张伟¹, 刘曦阳², 葛春花³, 陈晨², 李志娟⁴

摘要:目的 构建基于公众判断的癌症患者安宁转诊智能分类预测模型,为癌症患者的安宁转诊决策提供参考。**方法** 使用质性研究与量性研究相结合的方法确定基于公众判断的安宁转诊指标;回顾性收集 354 例晚期癌症患者的临床及随访资料,采用随机森林分类算法构建癌症患者安宁转诊预测模型。采用前瞻性研究方法收集 75 例晚期癌症患者相关资料用于外部验证,并根据结果建立网页计算器。**结果** 基于公众判断的癌症患者安宁转诊预测模型包括疼痛、营养不良、呼吸困难、意识水平下降、自理能力受限、活动受限、腹水、水肿、抑郁、排便排尿障碍、吞咽困难、难以处理的伤口 12 个指标,转诊时间宜预计生存期<3 个月。预测模型的 ROC 曲线下面积为 0.876,Brier 分值为 0.128;模型外部验证 ROC 曲线下面积为 0.831,Brier 分值为 0.095。**结论** 癌症患者安宁转诊分类预测模型具有较好的预测效能,可为癌症患者安宁转诊的快速评估提供参考。
关键词:癌症; 终末期; 安宁疗护; 转诊; 公众判断; 疼痛; 预测模型; 随机森林算法
中图分类号:R473.73;R48 **DOI:**10.3870/j.issn.1001-4152.2023.18.001

Development of an artificial intelligence model for predicting palliative care referral of cancer patients based on public judgment Zhang Wei, Liu Xiyang, Ge Chunhua, Chen Chen, Li Zhijuan, Jingjiang College of Jiangsu University, Zhenjiang 212001, China

Abstract: **Objective** To construct an artificial intelligence (AI) model for predicting palliative care referral of cancer patients based on public judgment, and to provide reference for referring cancer patients to a palliative care service. **Methods** A mixed-method (qualitative and quantitative) approach was used to identify indicators for palliative care referral of cancer patients based on public judgment. Clinical and follow-up data from 354 advanced cancer patients were retrospectively collected, and Random Forest algorithm was applied to develop the prediction model. Additionally, 75 terminal cancer patients were prospectively studied for external validation of the prediction model, and a web-based calculator was developed based on the model results. **Results** The prediction model for palliative care referral of cancer patients included 12 indicators: pain, malnutrition, respiratory distress, decreased consciousness level, limited self-care ability, restricted mobility, ascites, edema, depression, defecation and urination difficulties, dysphagia, and difficult-to-heal wounds. The optimal timing for referral should be with an estimated life expectancy of less than three months. The area under the receiver operating characteristic curve (AUC) for the prediction model was 0.876, and the Brier score was 0.128. The AUC in the external validation sample was 0.831, and the Brier score was 0.095. **Conclusion** The public judgment-based prediction model for palliative care referral of cancer patients demonstrates satisfactory predictive performance and can serve as a rapid screening tool for palliative care referral.
Key words: cancer; terminal stage; palliative care; referral; public judgment; pain; prediction model; Random Forest algorithm

安宁疗护是为疾病终末期患者提供身体、心理、精神等方面的照料和人文关怀等服务,以帮助患者舒适、安详、有尊严地离世。及时识别终末期患者并转诊至安宁疗护机构即安宁转诊,对提高生命末期患者的生存质量具有重要意义。但由于癌症晚期发展到终末期是个渐进的过程,而目前临床常用的肿瘤 TNM 分期方法中晚期包含了终末期,晚期和终末期识别困难成为影响癌症患者安宁转诊的重要原因之一。安宁转诊模型有助于识别终末期患者,但现有模型缺少对姑息所特有的公众文化性的关注^[1],尤其在

转诊时间上尚存在争议^[2]。安宁疗护具有强烈的民族文化属性,相关研究发现,居民与专业人员对终末期的理解有较大分歧^[3-4]。是否转诊安宁疗护机构是由患者及家属决定的,因此安宁转诊模型的构建中需要参考公众意见,只有获得公众认可的转诊模型,专业人员的转诊建议才能有效。公众判断法是指通过群众的智慧和判断力,对某一问题或事件进行评估和决策,从而推断具有群体代表性结果的方法。本研究运用公众判断法获取公众可接受的安宁转诊指标,并将其与临床数据结合,开发本土文化背景下安宁转诊智能预测模型,旨在及时识别癌症终末期患者,为患者及家属的安宁决策提供简单快捷的评估工具。

1 资料与方法

1.1 构建安宁转诊指标框架

1.1.1 访谈对象 围绕“癌症患者转诊安宁机构的条件和时机”,采用多中心理论抽样方法,于 2022 年 3—4 月对镇江市普通居民及 3 所三级医院的癌症患者、家属和医护人员进行半结构式访谈收集资料,样

作者单位:1. 江苏大学京江学院(江苏 镇江,212001);2. 江苏大学医学院;3. 镇江市第三人民医院安宁疗护科;4. 江苏大学附属医院肿瘤科
张伟,女,硕士,教授,院长
通信作者:李志娟,1131213077@qq.com
科研项目:2022 年度镇江市政策引导计划(软科学研究)立项项目(40);2023 年江苏省研究生实践创新计划项目(2096)
收稿:2023-04-24;修回:2023-06-21

本量以达到理论饱和为标准。医护人员纳入标准:①具有护士/医师执业证书且注册;②具备肿瘤科工作经历并且照护过临终患者;③本科及以上学历,能对经验进行总结。癌症患者或家属纳入标准:①恶性肿瘤并处于晚期(家属为患者的直系亲属);②对本研究知情同意。排除标准:①有精神疾病或认知障碍;②不能进行语言沟通。普通居民纳入标准:①年龄≥18岁,意识清楚,有一定的文化水平;②愿意配合研究。访谈 24 人时资料达到饱和。其中医护人员 11 人,癌症患者及家属 8 人,普通居民 5 人。

1.1.2 形成安宁转诊指标框架 研究者围绕研究主题拟定访谈提纲并实施访谈。①您愿意(或您愿意您

的家人)在必要的时候转诊到安宁中心吗?如果愿意,一般会在预计生存期为多久时转诊?②您认为或您的家人(或癌症患者)在躯体上出现哪些情况会转诊安宁中心?③您认为或您的家人(或癌症患者)在心理、精神上出现哪些情况会转诊安宁中心?④除了上述情况,您认为还有哪些情况,您会考虑(或将患者或家人)转诊安宁疗护中心?对医护人员、癌症患者及家属、普通居民等不同人群进行半结构式访谈收集资料。借助 Nvivo13.0 软件,采用扎根理论研究方法的三级编码程序对原始数据进行整理、分析,构建指标框架。最终形成包括 4 个维度 24 个指标的框架,见图 1。

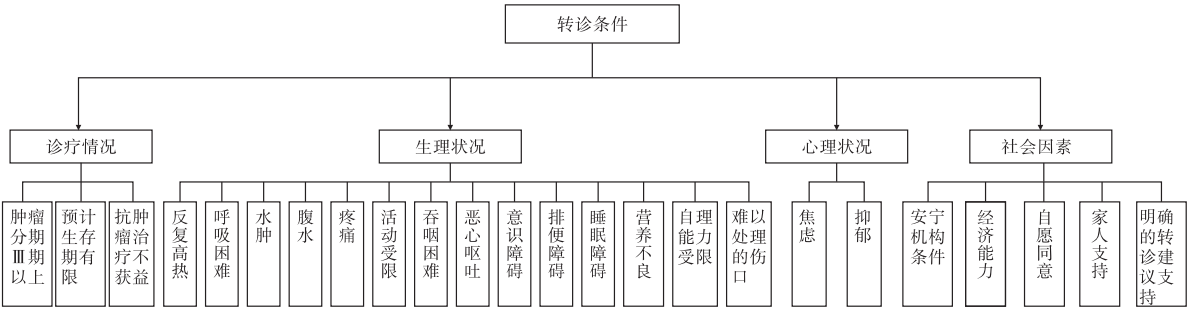


图 1 基于公众判断的安宁转诊指标框架图

1.2 筛选安宁转诊指标

1.2.1 问卷调查 2022 年 5 月,运用问卷调研平台(Credamo),对我国 18 岁以上居民进行大范围问卷调查。采用横断面研究中简单随机抽样样本含量计算公式^[5]: $n = [\mu_{\alpha/2}^2 \times \pi(1 - \pi)] \div \delta^2$, π 为癌症患者进入安宁中心的比率,据文献资料估计 $\pi = 0.15$, $\alpha = 0.05$, $\mu_{\alpha/2}^2 = 1.96$, $\delta = 2\%$, $n = 1\,225$ 。将 24 个安宁转诊指标结合临床实践形成可量化评估的问卷,问题为“当癌症患者出现下列哪些情况时,您认为需要将其转诊到安宁疗护机构(勾选出您认为合适的情况)”,待选转诊指标可被勾选“需要”“不确定”“无需”。同时,为了获取公众所接受的转诊到安宁疗护中心的具体时间,对“预计生存期有限”这一指标进行细化调查,设置问题“您认为癌症患者转诊到安宁疗护机构的最佳时间为预计生存期还剩多久?”共回收 1 500 份调查问卷,样本覆盖全国 31 个省级行政区。

1.2.2 确定安宁转诊指标 根据众数法的原则筛选安宁转诊指标。如某指标选择“需要”频数最多时保留该指标,选择“无需”或“不确定”的频数最多时,则删除该指标。当某指标选择人数占比第 1、第 2 的选项差距不明显时,通过 χ^2 检验,确定两者是否有统计学差异,无统计学差异则删除该指标。在晚期癌症患者生存期有限的情况下,公众能接受安宁转诊的指标包括难以处理的伤口(主要指癌性伤口)、腹水、吞咽困难、排便障碍、抑郁、疼痛、活动受限、自理能力受限、呼吸困难、营养不良、水肿、意识水平下降,共 12 个指标(见表 1)。转诊到安宁疗护机构的具体时间,选择<1 个月、<2 个月、<3 个月、<6 个月、≥6 个月

的人数分别为 150(10.00%)、179(11.93%)、680(45.33%)、322(21.47%)、169(11.27%)。

表 1 公众对安宁转诊指标的认可情况($n = 1\,500$)

指标	频次(%)		
	需要	不确定	无需
诊疗情况			
肿瘤分期Ⅲ期及以上	1 061(70.73)	302(20.13)	137(9.13)
治疗不获益	1 250(83.33)	131(8.73)	119(7.93)
预计生存期有限	1 263(84.20)	109(7.27)	128(8.53)
生理状况			
反复高热	417(27.80)	372(24.80)	711(47.40)
难以处理的伤口	888(59.20)	229(15.27)	383(25.53)
腹水	849(56.60)	319(21.27)	332(21.13)
吞咽困难	892(59.47)	296(19.73)	312(20.80)
排便障碍	980(65.33)	225(15.00)	295(19.67)
意识水平下降	1 098(73.20)	188(12.53)	214(14.27)
水肿	808(53.87)	333(22.20)	359(23.93)
营养不良	638(42.53)	323(21.53)	539(35.93)
呼吸困难	1 133(75.53)	212(14.13)	155(10.33)
自理能力受限	837(55.80)	271(18.07)	392(26.13)
活动受限	634(42.27)	322(21.47)	544(36.27)
疼痛	743(49.53)	328(21.87)	429(28.60)
恶心、呕吐	480(32.00)	368(24.53)	652(43.47)
睡眠障碍	443(29.53)	331(22.07)	726(48.40)
心理状况			
抑郁	990(66.00)	246(16.40)	264(17.60)
焦虑	348(23.20)	432(28.80)	720(48.00)

注:未呈现社会因素 5 个指标的结果,因本研究是建立安宁转诊预测模型,未到实际转诊这一步,到实际转诊才需要考虑家人或患者的知情同意和是否有明确的转诊建议支持。

1.3 构建安宁转诊模型

1.3.1 建模对象 依据调查结果筛选出 12 个安宁转诊指标,参考 Kurisu 等^[6] 基于随机森林算法研究样本量的计算方法(样本量至少为自变量个数的 20 倍)。考虑 10% 的数据删失率,样本量至少为 267 例。运用便利抽样法,抽取 2020 年 1 月至 2021 年 12 月江苏大学附属医院肿瘤科出院的晚期癌症患者为研究对象。纳入标准:①年龄≥18 岁;②临床诊断为恶性肿瘤,分期为Ⅲ期、Ⅳ期。排除标准:临床资料不完整。脱落标准:非癌症原因死亡。本研究纳入建模对象 354 例,男 215 例,女 139 例;年龄 20~90(64.63±10.64)岁;有手术史 201 例;有共病 121 例;胃癌 71 例,食管癌 60 例,肺癌 55 例,肠癌 55 例,乳腺癌 40 例,胰腺癌 25 例,其他癌症(胆囊癌、肾癌、舌根癌、喉癌、膀胱癌、前列腺癌等)48 例。

1.3.2 数据收集 通过电子病历和出院随访记录收集资料,即公众问卷调查获得的 12 个指标数据。已死亡患者采集死亡前 3 个月内的数据,形成终末期患者数据;出院后存活时间达到 3 个月的患者,采集出院时的数据形成非终末期患者数据。

1.3.3 模型构建 运用 R4.2.1 软件的 Random Forest 包,采取 Bootstrap 抽样,将 354 例患者数据按 7:3 的比例随机分为训练组和测试组,通过随机森林模型的训练和测试,形成安宁转诊预测模型。①训练组数据构建模型。通过十折交叉验证法调试 mtry 值和 ntree 值,当差错率最低时,随机森林模型的预测性能最佳。模型中变量的重要性以基尼(Gini)值平均降低量(Mean Decrease Gini)表示,数值越大表示重要性越强。通过约登指数确定最佳阈值。②测试组数据进行模型内部验证,通过准确度等指标检验模型性能,R 语言中的 pROC 包用于计算 ROC 曲线下面积(Area Under the Curve,AUC)。

1.4 模型的外部验证及智能化 采用时段验证法。对 2022 年 6—12 月出院的晚期癌症患者进行前瞻性资料收集,形成验证数据集,用以评估模型的临床适用性及有效性。共 75 例晚期癌症患者进入外部验证,其中男 50 例,女 25 例;年龄 37~83(65.21±9.52)岁;有手术史 48 例;有共病 21 例;胃癌 13 例,食管癌 12 例,肺癌 11 例,肠癌 10 例,乳腺癌 9 例,胰腺癌 6 例,其他癌症 14 例。最后,根据结果建立智能化的网页版预测模型。

2 结果

2.1 模型的构建结果 十折交叉验证结果显示:模型最佳 mtry 为 6,ntree 为 500,取该参数时安宁转诊模型的错误率最低,见图 2。12 个指标重要性排序,见图 3。模型的准确率为 78.3%、精确率为 80.5%、召回率为 88.5%、F-measure 为 0.843。灵敏度为 80.51%,特异度为 72.41%,AUC 为 0.876(95%CI: 0.857~0.895)。最佳阈值为 0.329。Brier 分数为 0.128,提示模型校准度较好。

2.2 模型的外部验证结果 75 例外部验证患者中,

被预测模型正确分类的有 61 例(81.33%)。外部验证结果显示,AUC 为 0.831(95%CI: 0.807~0.855),Brier 分数为 0.095,表明模型有较好的区分度和校准度。根据结果建立网页计算器(https://p68o8l-pok-soo.shinyapps.io/Cancer_Survival_Prediction/)。

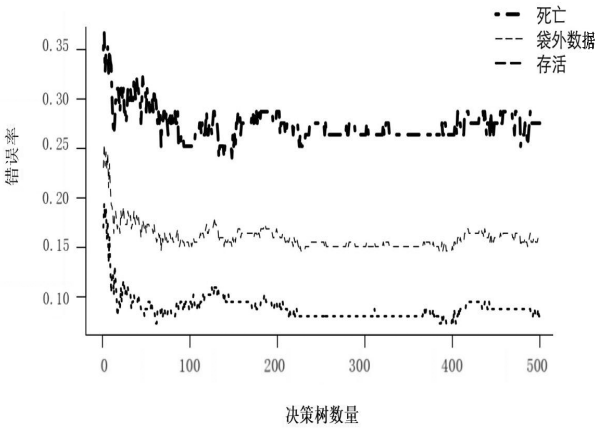


图 2 模型错误率与决策树数量的关系图

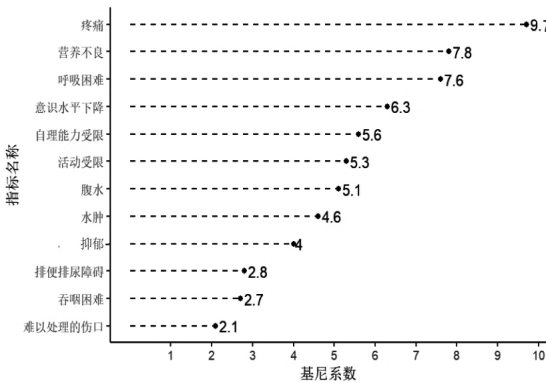


图 3 变量重要性排序图

3 讨论

3.1 构建公众判断的安宁转诊预测模型的意义 安宁疗护在改善晚期癌症患者身心状态、提高生命质量等方面的作用已被大量研究证实^[7-8]。目前国际上主要有 2 类转诊模型,即“以预后为基础”和“以需求为基础”。以预后为基础的模型,如结合了患者症状/体征和功能状态的姑息预后指数等预测方法^[9-10],以及在此基础上又增加了生存期临床预测或生物学参数的姑息预后评分等预测模型^[11-12]。这些模型多从医疗角度出发,存在涉及变量多、模型解释困难、操作过程繁琐等缺陷^[13],不仅在医院外机构广泛推广运用困难,且由于模型缺乏对安宁疗护价值的考虑,出现生存期不足 3~6 周、1 个月等不同时间的转诊建议。如有文献对晚期癌症患者预测 1 周或 2 周的生存率,从而判断是否转诊^[14]。然而有研究表明,安宁疗护至少持续 2 个月患者才能从中获益^[15],所以尽管模型预测的准确性较高,但患者却不能从中获益。而“以需求

为基础”的转诊标准因存在较大的主观性,其准确性受到学界质疑,但由于患者需求较为直观,易于临床决策,目前国外姑息资源较为丰富的国家,大多选择“基于需求”标准中的1种或几种组合进行转诊。在我国姑息资源并不丰富的情况下,本研究认为患者及其家属作为安宁转诊决策者,只有转诊标准被其认可并接受才能提高安宁转诊有效率。本研究利用公众判断法可以帮助更好地了解公众需求和意见的优势,首先获取癌症患者及家属、医务人员、普通群众等不同人群对转诊条件的判断后,再将其与临床资料结合建立转诊预测模型,使模型同时具备公众可接受性和预测准确性。

3.2 我国公众较认可的安宁转诊时间为生存时间不足3个月 癌症终末期是指癌症患者病情已经进展到无法治愈或控制的阶段,通常被认为是生命的最后几周或几个月。本研究采用众数法分析公众所接受的安宁转诊时间的集中趋势,结果与我国目前大多数安宁机构的准入标准(生存期不足6个月)不符,但与廖俊等^[3]研究结果一致。在中国传统“家本位”文化影响下,民众认为过早把家人送到安宁疗护中心是一种“抛弃”行为,而在生存时间不足3个月时则是可以接受的,这反映了普通人群对终末期的理解,该结果有助于减少目前在转诊时间上存在的争议。

3.3 基于公众判断的安宁转诊预测模型的转诊指标分析

在公众认可并接受的12个转诊指标中,疼痛、营养不良、呼吸困难、水肿、腹水等与既往癌症患者安宁转诊预测研究结果相似^[10,16-17]。

3.3.1 疼痛 1项系统评价显示,超过64%的晚期癌症患者存在中度至重度疼痛症状^[18]。Konstantinidis等^[19]对349例晚期癌症住院患者的调查显示,93%的患者表达了有效控制疼痛的必要性。本研究结果也显示,疼痛是公众愿意将癌症患者转诊到安宁疗护机构的首要原因。

3.3.2 营养不良 晚期癌症患者由于低蛋白、低钾、贫血、发热、并存感染等常引起食欲缺乏。当癌细胞侵犯消化道时,也可因压迫堵塞而导致吞咽困难,同时由于胃肠道功能紊乱使营养吸收减少、蛋白质合成减少以及不正常丢失(如癌性胸腔积液、腹腔积液),恶性肿瘤对糖利用率增加及脂肪代谢紊乱,都加重了患者的营养不良,也影响患者的身体活动能力^[20]。缺乏针对性的常规营养支持通常造成患者免疫功能下降,直接影响治疗的敏感性和耐受力,导致不良反应和并发症增多,影响患者的临床结局^[21]。本研究中营养不良是公众认可的转诊指标,且重要程度仅次于疼痛。

3.3.3 呼吸困难 由于癌症的进展,如肺癌引起上腔静脉综合征、气胸,肝癌引起腹水以及放化疗导致

肺纤维化等,均可引起呼吸困难^[22]。平静状态下的呼吸困难已被证实与晚期癌症患者的生存时间相关^[23],且被认为是“临终综合征”中的症状之一^[24]。在基于姑息性能量表构建的晚期癌症患者3个月生存预测模型^[18]的研究结果中,呼吸困难也是判断癌症患者进入终末期的依据之一。尽管目前已出现多种家庭氧疗设备,但呼吸困难所引起的窒息感、濒死感,以及所导致的恐惧、焦虑等心理问题,是普通居家患者及家属难以解决的问题,这也是癌症患者及家属做出安宁转诊决策的主要原因。

3.3.4 水肿 与其他症状不同,水肿较少被确定为预后因素,如应用成熟的姑息表现量表^[16]及Pirovano等^[11]的姑息预后评分均未涉及水肿这一因素。但周玲君等^[24]则认为水肿是癌症患者临终特征性症状之一;Chuang等^[14]开发的生存期临床预测模型中也包括水肿,并认为水肿通常是医源性的,由过量的人工补液引起。Morita等^[9]开发的姑息预后指数也将水肿列为影响癌症患者预后的因素之一,不同的是该研究认为晚期患者水肿是因为电解质失衡导致,而电解质失衡可能是影响死亡时间的一个重要因素。上述研究中的水肿主要指全身性水肿,但本研究中水肿包括全身性水肿和肢体水肿,尽管晚期癌症患者营养不良、血浆蛋白降低、放疗、手术或肿瘤压迫导致的淋巴管阻塞等多种原因均可能引起水肿,但肢体水肿对癌症进展的影响机制还有待进一步研究。

3.3.5 腹水 腹水指由多种原因导致的腹腔出现液体异常积聚,是晚期恶性肿瘤患者的一种常见并发症。患者会由于腹水积聚导致腹内压增高、腹内脏器受压、肺扩张减少、免疫功能受损等,产生腹痛、腹胀、呼吸困难、纳差、呕吐等多种症状困扰。目前临床主要治疗方法包括细胞毒药物治疗、腹腔药物灌注等,虽可能延长患者生存期,却对症状改善不佳,并不能很好地改善生活质量。此外,多项研究证明腹水是肿瘤患者预后不良的独立危险因素^[14,25],因此应考虑早期整合姑息治疗并适时转诊安宁疗护。

3.3.6 意识水平下降 意识水平下降在公众认可的转诊指标中重要性排序第4。晚期癌症患者由于肿瘤颅内转移破坏脑组织、全身器官逐渐衰竭等,会产生不同程度的意识水平下降,其中谵妄被认为是晚期癌症患者常见的意识水平下降的综合征^[26],该症状的出现也预示着较短的生存期^[27]。如晚期癌症患者出现神志不清、嗜睡甚至深度昏迷,可导致患者突然死亡,对照顾者有着极高的要求。因此公众将这一因素作为安宁转诊的依据。

3.3.7 其他 除上述因素外,本研究发现,活动受限、自理能力受限、排尿排便障碍、抑郁、难以处理的伤口也是影响公众安宁转诊决策的重要因素。但这些因素在其他转诊模型中较少提及。晚期癌症患者因癌细胞转移、疼痛、新陈代谢无法满足能量需求导

致其活动受限,卧床时间逐渐延长。长期卧床不仅意味着患者的自理能力下降,还易引起压疮、血栓、坠积性肺炎等不良反应,加重照顾者的负担。本研究中自理能力依据 Barthel 指数评估,Barthel 指数是目前应用最广泛的自理能力评估量表之一。由于肿瘤扩散并侵犯相关器官导致多器官功能障碍,多数晚期癌症患者丧失下床自由活动能力,不仅生活自理能力低下,且易出现经口摄取营养困难及排泄困难。因此,基础护理质量是影响此类患者生存期和生存质量的关键^[28]。而以高质量舒适护理为主要服务内容的安宁疗护,一方面可弥补家属专业照顾能力的不足,另一方面也避免了高昂的护工费用支出,这可能是许多家属选择将自理能力缺乏患者转诊至安宁中心的主要原因。此外,以往的转诊模型鲜有涉及心理指标,但本研究被调查人群中超过 2/3 认为抑郁是转诊的指标之一。晚期癌症患者由于排尿排便障碍、难以处理的伤口等,不仅给患者带来负面的生理体验,也易导致抑郁等消极情绪,给患者及其家属带来巨大的痛苦^[29-30]。该指标的出现,一方面与公众对心理问题的重视程度逐渐提高有关,另一方面也符合对患者身心、灵实施整体关怀的安宁疗护内涵。

3.4 安宁转诊预测模型的性能及可及性 分类预测模型常采用准确率、灵敏度、特异度、F-measure 及 AUC 评价模型的性能。AUC>0.8 表示模型具有较高的准确性;准确率、灵敏度、特异度、F-measure 取值 0~1,数值越接近 1,模型性能就越好。最终对本研究测试数据集评估结果显示,模型分类准确率为 78.3%,灵敏度为 80.51%,特异度为 72.41%,AUC 值为 0.876,提示区分度较好。Brier 分数是评价模型校准度的一种方法,取值 0~1,值越小代表模型的校准度越高,本研究模型的 Brier 值为 0.128,校准度良好。同时,本研究将结果智能化,形成网页版预测模型,临床医护人员、社区癌症患者及家属仅需选择输入相关指标的状况,即可获得是否需要转诊的建议结果,且为确保公众理解各指标的含义,在网页计算器中添加相关指标的描述及解释,使其具有操作简化、结果快捷化特点。

4 结论

本研究以公众判断的安宁转诊指标为基础,结合客观临床数据,构建了癌症患者安宁转诊预测模型,为癌症患者转诊决策提供简单快捷的智能化判断工具;同时也可为进一步畅通医院—社区—安宁中心的转诊渠道提供参考。本研究也存在一些局限:模型中的自变量为分类变量,尽管在网页计算器中对相关指标进行了解释,但在一定程度上可能会影响预测效能;仅为单中心研究,样本来源受限。目前网页版预测模型已经在多个肿瘤中心进行试运用,以进一步调整模型的精准度,使其能在癌症患者安宁转诊中获得

更广泛的应用。

参考文献:

[1] Hui D, Meng Y C, Bruera S, et al. Referral criteria for outpatient palliative cancer care: a systematic review[J]. *Oncologist*, 2016, 21(7): 895-901.

[2] 曾洁, 金蕾, 孙垚, 等. 国内外安宁疗护准入标准的研究进展[J]. *中国全科医学*, 2020, 23(6): 644-648.

[3] 缪俊, 张瑞云, 曹文群, 等. 社区安宁疗护服务对象准入标准研究[J]. *中华全科医学*, 2019, 17(12): 2063-2068.

[4] 刘跃华, 杜天天, 戴伟. 基于湖北省医保数据库对恶性肿瘤患者全治疗周期医疗资源利用分析[J]. *中华肿瘤防治杂志*, 2020, 27(10): 821-826.

[5] 方积乾. 生物医学研究的统计方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007: 548-550.

[6] Kurisu K, Yoshiuchi K, Ogino K, et al. Machine learning analysis to identify the association between risk factors and onset of nosocomial diarrhea: a retrospective cohort study[J]. *Peer J*, 2019, 7: e7969.

[7] Ambroggi M, Biasini C, Toscani I, et al. Can early palliative care with anticancer treatment improve overall survival and patient-related outcomes in advanced lung cancer patients? A review of the literature[J]. *Support Care Cancer*, 2018, 26(9): 2945-2953.

[8] Schlick C, Bentrem D J. Timing of palliative care: when to call for a palliative care consult[J]. *J Surg Oncol*, 2019, 120(1): 30-34.

[9] Morita T, Tsunoda J, Inoue S, et al. The Palliative Prognostic Index: a scoring system for survival prediction of terminally ill cancer patients[J]. *Support Care Cancer*, 1999, 7(3): 128-133.

[10] Zhou L, Cui J, Jian L, et al. Prediction of survival time in advanced cancer: a prognostic scale for Chinese patients[J]. *J Pain Symptom Manage*, 2009, 38(4): 578-586.

[11] Pirovano M, Maltoni M, Nanni O, et al. A new palliative prognostic score: a first step for the staging of terminally ill cancer patients. Italian Multicenter and Study Group on Palliative Care[J]. *J Pain Symptom Manage*, 1999, 17(4): 231-239.

[12] Huang Y, Xi Q, Xia S, et al. Development and validation of a prognostic scale for hospitalized patients with terminally ill cancer in China[J]. *Support Care Cancer*, 2014, 22(1): 145-152.

[13] ElMokhallalati Y, Bradley S H, Chapman E, et al. Identification of patients with potential palliative care needs: a systematic review of screening tools in primary care[J]. *Palliat Med*, 2020, 34(8): 989-1005.

[14] Chuang R B, Hu W Y, Chiu T Y, et al. Prediction of survival in terminal cancer patients in Taiwan: constructing a prognostic scale[J]. *J Pain Symptom Manage*, 2004, 28(2): 115-122.

[15] Teno J M, Clarridge B R, Casey V, et al. Family perspectives on end-of-life care at the last place of care[J]. *JAMA*, 2004, 291(1): 88-93.

[16] Anderson F, Downing G M, Hill J, et al. Palliative performance scale (PPS): a new tool[J]. *J Palliat Care*, 1996, 12(1): 5-11.